CEZAR A. MORTARI

INTRODUÇÃO À LÓGICA

Esta publicação contou com o apoio do Comitê dos Produtores da Informação Educacional (COMPED) e teve sua reprodução contratada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), no âmbito do Programa Publicações de Apoio à Formação Inicial e Continuada de Professores.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo inicial, procuraremos caracterizar o que é a lógica e do que ela se ocupa. Trataremos de coisas como raciocínio, inferência e argumento, e de o que a lógica tem a ver com tudo isto.

1.1 O que é lógica?

Apresentar a quem se inicia no estudo de alguma disciplina uma definição precisa dela é uma tarefa certamente difícil. (Por exemplo, como você definiria a física?) Geralmente uma ciência (como a física) tem tantas facetas e especialidades que toda definição termina por ser injusta, ou por deixar de lado aspectos importantes, ou ainda por dar margem a que se incluam coisas que, na verdade, não pertencem à disciplina em questão. Além do mais, as ciências evoluem, novas especialidades surgem, e as fronteiras entre elas geralmente estão longe de ser nítidas. Dessa forma, assim como é difícil dar uma definição impecável do que seja a física, a química ou a matemática, o mesmo acontece com a lógica.

Em vista disso, seria fácil, neste primeiro momento, cair na tentação de dizer a um principiante algo como: "Lógica é aquilo que os lógicos fazem, e ponto final". Ou então: "Leia o presente livro; ao final dele você vai ter uma idéia do que é a lógica". Contudo, isso

obviamente não esclarece muita coisa, e, uma vez que este texto pretende ser uma introdução ao assunto, seria apropriado começar com uma idéia inicial, ainda que não muito precisa, daquilo que estamos introduzindo. Portanto, para encurtar a conversa e ter um ponto de partida, ainda que provisório, vamos dizer o seguinte:

> LÓGICA é a ciência que estuda princípios e métodos de inferência, tendo o objetivo principal de determinar em que condições certas coisas se seguem (são conseqüência), ou não, de outras.

Obviamente, como definição, isso deixa bastante a desejar: precisamos explicitar o que é "inferência", por exemplo, e o que se quer dizer com "se seguem" ou "conseqüência", e que "coisas" estão aí envolvidas. Isso é o que vamos tentar esclarecer no decorrer deste e do próximo capítulo.

1.2 Raciocínio e inferência

Vamos começar com o problema apresentado no seguinte miniconto de fadas:

> Há não muito tempo atrás, num país distante, havia um velho rei que tinha três filhas, inteligentíssimas e de indescritível beleza, chamadas Guilhermina, Genoveva e Griselda. Sentindo-se perto de partir desta para melhor, e sem saber qual das filhas designar como sua sucessora, o velho rei resolveu submetê-las a um teste. A vencedora não apenas seria a nova soberana, como ainda receberia a senha da conta secreta do rei (num banco suíço), além de um fim de semana, com despesas pagas, na Disneylândia. Chamando as filhas à sua presença, o rei mostrou-lhes cinco pares de brincos, idênticos em tudo com exceção das pedras neles engastadas: três eram de esmeralda, e dois de rubi. O rei vendou então os olhos das moças e, escolhendo ao acaso, colocou em cada uma delas um par de brincos. O teste consistia no seguinte: aquela que pudesse dizer, sem sombra de dúvida, qual o tipo de pedra que havia em seus brincos herdaria o reino (e a conta na Suíça etc.).
>
> A primeira que desejou tentar foi Guilhermina, de quem foi removida a venda dos olhos. Guilhermina examinou os brincos de suas

irmãs, mas não foi capaz de dizer que tipo de pedra estava nos seus (e retirou-se, furiosa). A segunda que desejou tentar foi Genoveva. Contudo, após examinar os brincos de Griselda, Genoveva se deu conta de que também não sabia determinar se seus brincos eram de esmeralda ou rubi e, da mesma furiosa forma que sua irmã, saiu batendo a porta. Quanto a Griselda, antes mesmo que o rei lhe tirasse a venda dos olhos, anunciou corretamente, alto e bom som, o tipo de pedra de seus brincos, dizendo ainda o porquê de sua afirmação. Assim, ela herdou o reino, a conta na Suíça e, na viagem à Disneylândia, conheceu um jovem cirurgião plástico, com quem se casou e foi feliz para sempre.

Agora, um probleminha para você resolver:

Exercício 1.1 Que brincos tinha Griselda, de esmeralda ou de rubi? Justifique sua resposta.

Aviso importante:
Como você vê, aqui está o primeiro dos muitos exercícios que se encontram espalhados ao longo da aprendizagem da lógica. Da mesma maneira que aprender matemática, aprender lógica envolve a realização de exercícios, sem o que as coisas não progridem. O ideal seria que você tentasse resolver *todos* os que aparecem neste livro. Pense um pouco a respeito desse primeiro, e tente colocar suas idéias por escrito.

Já de volta? Bem, espero que você tenha feito o esforço e descoberto que os brincos de Griselda eram de *esmeralda*. Contudo, responder ao exercício dizendo apenas que os brincos eram de esmeralda não é suficiente: você pode ter tido um palpite feliz, acertando simplesmente por sorte. Para me convencer de que você sabe mesmo a resposta, você tem de expor *as razões que o/a levaram a concluir* que os brincos eram de esmeralda; você tem de *justificar* essa sua afirmação. Note que as princesas também estavam obrigadas a fazer isto: o velho rei não estava interessado em que uma delas acertasse a resposta por acaso.

Mas, antes de nos ocuparmos com a justificativa pedida, vamos conversar um pouco sobre o que aconteceu enquanto você tentava

resolver o problema. Há vários pontos de partida que você pode ter tomado, e vários caminhos que pode ter seguido. Por exemplo, você pode ter começado achando que, pela lei das probabilidades, há mais chances de que os brincos de Griselda sejam de esmeralda — afinal, há um número menor de brincos de rubi — e ter então tentado mostrar que eles são mesmo de esmeralda. Ou você pode ter procurado imaginar o que aconteceria se os brincos de Griselda fossem de rubi, e ter chegado à conclusão de que isso não poderia ter ocorrido. Ou talvez você tenha feito uma lista de todas as combinações possíveis de brincos e princesas, e tenha prosseguido eliminando sistematicamente aquelas combinações que contrariavam os dados do problema. Seja lá como for, em algum lugar do seu cérebro (nas "pequenas células cinzentas", como diria Hercule Poirot) ocorreu um processo que fez com que você passasse a acreditar numa certa conclusão: os brincos de Griselda tinham que ser de esmeralda. A esse processo vamos chamar de *raciocínio*, ou de *processo de inferência*.

Basicamente, raciocinar, ou fazer inferências, consiste em "manipular" a informação disponível — aquilo que sabemos, ou supomos, ser verdadeiro; aquilo em que acreditamos — e extrair conseqüências disso, obtendo informação nova. O resultado de um processo (bem-sucedido) de inferência é que você fica sabendo (ou, ao menos, acreditando em) algo que você não sabia antes: que os brincos de Griselda são de esmeralda; que o assassino foi o mordomo; que, se você comprar este aparelho de som agora, não vai ter dinheiro para o aluguel. É claro que este processo também pode terminar num fracasso — raciocina-se em vão e não se chega a lugar nenhum —, mas esta é outra história.

Por outro lado, é importante notar que nem sempre o ponto de partida do processo são coisas sabidas, ou em que se acredita: muitas vezes raciocinamos a partir de hipóteses. Por exemplo, você pode estar interessado em saber o que acontecerá se você comprar agora o DVD-player dos seus sonhos. Raciocinando a partir daí, e com conhecimento do estado de seu bolso, você pode chegar à conclusão de que vai faltar dinheiro para o aluguel. O resultado do processo, nesse caso, não é que você fique sabendo que não há dinheiro para o aluguel, mas que *isso irá acontecer se você comprar o DVD-player*. O conhecimento novo que você obteve, no caso, é que existe uma certa

conexão entre comprar o aparelho e não poder pagar o aluguel.

É provavelmente desnecessário mencionar — mas vou fazê-lo assim mesmo — que existem outras maneiras, além de inferências, de obter informação nova. Por exemplo, você pode ter lido na primeira página do jornal de hoje que os brincos de Griselda são de esmeralda. Ou talvez sua namorada (ou namorado) tenha lhe contado isso, e você acredita sistematicamente em tudo o que ela (ele) diz. Em qualquer um destes casos, você passou a acreditar que os brincos de Griselda são de esmeralda sem se ter dado ao trabalho de raciocinar. Freqüentemente, contudo, obtemos informação executando inferências, ou seja, raciocinando, e é aqui que o interesse da lógica se concentra.

Uma vez que o processo de raciocínio acontece no cérebro das pessoas, ele é um processo mental. Exatamente *como* este processo se desenrola não se sabe ainda ao certo. Habitualmente não tomamos consciência de que estamos raciocinando, nem do modo de funcionar desse processo. Muitas vezes não sabemos nem mesmo explicar como chegamos a alguma conclusão; o processo parece se dar de modo mais ou menos inconsciente. Costumamos falar em "ter um estalo", e atinar de repente com a resposta a algum problema que nos preocupa: é como se o subconsciente continuasse funcionando, e, de repente, quase que por mágica, chegamos a alguma solução. Para dar um exemplo: você certamente conhece a velha lenda sobre como Isaac Newton descobriu a Lei da Gravitação Universal. Conta-se que, estando Sir Isaac sentado a dormitar à sombra de uma frondosa macieira, caiu-lhe à cabeça uma maçã, e ele teve uma visão: os astros se movendo no cosmo, as maçãs (e os aviões) que caem, tudo está sujeito à força da gravidade. Há vários exemplos desse tipo pela história da ciência afora: para citar mais um, Friedrich Kekulé, o proponente da estrutura química dos anéis benzênicos, teve sua inspiração ao observar como chamas na lareira pareciam formar círculos — ou, segundo outras fontes, ao sonhar com uma serpente engolindo sua própria cauda.

É claro que muitas vezes temos plena consciência de que estamos envolvidos num raciocinar, e isto também costuma exigir um certo esforço (o que você deve ter descoberto tentando resolver o exercício acima).

Mas, enfim, aconteça consciente ou inconscientemente, o raciocínio é um processo mental. Porém, não é de interesse da lógica investigar *como* esse processo ocorre: ainda que a lógica muitas vezes seja caracterizada como a "ciência do raciocínio", ela não se considera de modo algum parte da psicologia. A lógica não procura dizer como as pessoas raciocinam (mesmo porque elas "raciocinam errado" muitas vezes), mas se interessa primeiramente pela questão de se aquelas coisas que sabemos ou em que acreditamos — o ponto de partida do processo — de fato constituem uma boa razão para aceitar a conclusão alcançada, isto é, se a conclusão é uma *conseqüência* daquilo que sabemos. Ou, em outras palavras, se a conclusão está adequadamente *justificada* em vista da informação disponível, se a conclusão pode ser afirmada a partir da informação que se tem. Note que isso é diferente de explicar o que foi acontecendo dentro de seu cérebro até você chegar a concluir que os brincos eram de esmeralda. (Há, porém, um sentido em que se pode dizer que a lógica também se interessa por como ocorre o raciocinar, e falaremos um pouco sobre isso quando discutirmos *métodos* de inferência.)

1.3 Argumentos

Justificar uma afirmação que se faz, ou dar as razões para uma certa conclusão obtida, é algo de bastante importância em muitas situações. Por exemplo, você pode estar tentando convencer outras pessoas de alguma coisa, ou precisa saber com certeza se o dinheiro vai ser suficiente ou não para pagar o aluguel: o seu agir depende de ter essa certeza. A importância de uma boa justificativa vem do fato de que muitas vezes cometemos erros de raciocínio, chegando a uma conclusão que simplesmente não decorre da informação disponível. E, claro, há contextos nos quais uma afirmação só pode ser aceita como verdadeira se muito bem justificada: na ciência de um modo geral, por exemplo, ou em um tribunal (onde alguém só pode ser condenado se não houver dúvida quanto a sua culpa). Assim, precisamos comumente de algum tipo de suporte para as conclusões atingidas, uma certa garantia daquilo que estamos afirmando.

É claro que nem toda afirmação ou conclusão necessita ser justi-

ficada: nossos amigos podem se dar por satisfeitos com o que dizemos, sabendo, por exemplo, que não temos o hábito de contar mentiras. Ou pode acontecer que estejamos afirmando algo evidente por si mesmo. Por exemplo, você pode passar meia hora pensando e chegar à conclusão de que as rãs verdes são verdes: uma afirmação como essa é o que se costuma chamar um "óbvio ululante", e realmente não há necessidade de justificá-la. (É uma afirmação totalmente desinteressante, para falar a verdade.) Ou você pode afirmar que está com dor de cabeça: nesse caso, ninguém melhor do que você para saber isso, e sua palavra deveria ser, então, suficiente (a menos que haja algum motivo muito sério que leve alguém a desconfiar de que você poderia estar mentindo, seja lá por que razão).

Contudo, em muitas situações, você se encontra diante da necessidade de explicar *por que* você chegou a uma tal conclusão, ou *com base em que* você está afirmando tal ou qual coisa. Com relação ao problema dos brincos das princesas, uma justificação de que os brincos de Griselda são de esmeralda pode ser algo como o que se segue:

> Existem apenas dois pares de brincos de rubi; logo, se tanto Genoveva quanto Griselda estivessem com brincos de rubi, Guilhermina, a primeira, saberia que os seus são de esmeralda. Guilhermina, contudo, não soube dizer qual o tipo de pedra em seus brincos. Logo, ou Genoveva e Griselda tinham ambas brincos de esmeralda, ou uma tinha brincos de rubi e a outra, de esmeralda. Mas disso se segue agora que, se Griselda tivesse brincos de rubi, Genoveva, a segunda, teria visto isso, e saberia que os seus são de esmeralda. Genoveva, contudo, também não soube dizer qual o tipo de pedra em seus brincos. Logo, Griselda não tinha brincos de rubi, ou seja, seus brincos eram de *esmeralda*.

Note que a justificativa acima não é um processo mental de raciocínio, mas consiste em várias sentenças em português, que podem ser compreendidas por outras pessoas. Ela provavelmente também não é uma descrição de como você chegou a saber qual o tipo de pedra nos brincos de Griselda, mas é uma espécie de "reconstrução racional" desse processo: uma listagem das razões que o/a levam a crer que os brincos são de esmeralda, mostrando como essa conclusão decorre

dos dados do problema. Ou seja, o trecho acima contém *argumentos* a favor da conclusão de que os brincos de Griselda são de esmeralda. Para dizer isso usando outros termos, no trecho acima mostramos como *deduzir*, ou *demonstrar*, a partir dos dados do problema, a conclusão a respeito de qual pedra estava nos brincos de Griselda.

Vamos, então, ver o que são estas coisas, os argumentos. Examine a primeira sentença que ocorre na justificação acima, isto é:

> Existem apenas dois pares de brincos de rubi; logo, se tanto Genoveva quanto Griselda estivessem com brincos de rubi, Guilhermina, a primeira, saberia que os seus são de esmeralda.

Podemos dividir essa sentença em duas partes: primeiro, há a afirmação de que existem apenas dois pares de rubi. Em seguida temos a palavra 'logo', e então uma segunda afirmação: a de que Guilhermina saberia qual a pedra de seus brincos (esmeralda) se Genoveva e Griselda estivessem usando brincos de rubi. Ora, a palavra 'logo' tem a função de indicar que a segunda afirmação *se segue* da primeira, ou, dito de outra forma, que a primeira é uma boa razão para aceitar a segunda, que a segunda é uma conclusão a ser tirada da primeira. (Talvez você ainda se lembre, das aulas de português, que 'logo' é uma conjunção coordenativa *conclusiva*.)

Podemos representar isso, de um modo mais explícito, por meio da seguinte construção:

P Existem apenas dois pares de brincos de rubi.
▶ Se tanto Genoveva quanto Griselda tivessem brincos de rubi, Guilhermina saberia que os seus são de esmeralda.

A primeira das sentenças acima, assinalada com 'P', expressa algo sabido ou, no exemplo em questão, aceito, pois faz parte do enunciado do problema: que existem apenas dois pares de brincos de rubi. E, como vimos, a outra sentença, assinalada com '▶', é afirmada *com base na anterior*. Com ela estamos descobrindo algo novo sobre o problema: que, se tanto Genoveva quanto Griselda tivessem brincos de rubi, Guilhermina saberia que os seus são de esmeralda. Note que isso não aparece explicitamente na história, mas é uma *conseqüência*

das informações que lá estão. A essa estrutura — o conjunto formado pelas duas sentenças apresentadas — chamamos *argumento*.

No caso geral, um argumento pode ser definido como um conjunto (não-vazio e finito) de sentenças, das quais uma é chamada de *conclusão*, as outras de *premissas*, e pretende-se que as premissas justifiquem, garantam ou dêem evidência para a conclusão. No exemplo acima, temos apenas *uma* premissa: a sentença marcada com 'P'; a outra, assinalada com '▶', é a conclusão.

Algumas observações a esse respeito. Primeiro, você deve ter observado que podemos transmitir informação por meio de sentenças de uma língua: uma vez que as pessoas não têm acesso direto aos pensamentos umas das outras, o uso de sentenças tem a vantagem de colocar a informação em uma forma intersubjetiva, sendo assim possível analisar se a justificativa apresentada é correta ou não. Essa é a razão pela qual dizemos que os argumentos são conjuntos de sentenças.

Em segundo lugar, um argumento está sendo definido como um conjunto *não-vazio e finito* de sentenças. Que esse conjunto deva ser não-vazio é óbvio, ou não teríamos nem mesmo uma conclusão. Em geral um argumento contém uma (e apenas uma) conclusão, e pelo menos uma premissa. Como veremos mais adiante, há situações nas quais é conveniente falar de argumentos que contêm simplesmente a conclusão, isto é, que têm zero premissas. Por outro lado, ainda que o número de premissas possa variar bastante, ele deve ser finito: não aceitaremos (ao menos neste livro) trabalhar com um número infinito de premissas. (De fato, existem sistemas de lógica que procuram tratar de argumentos com um número infinito de premissas, ou com conclusões múltiplas, mas não nos ocuparemos deles.)

Em terceiro lugar, note que um conjunto de sentenças quaisquer, sem relação umas com as outras, não constitui um argumento. Para que se tenha um argumento, deve haver por parte de quem o apresenta a *intenção* de afirmar a conclusão com base nas premissas — isto é, de que a conclusão se siga das premissas; que a conclusão decorra das, ou esteja garantida pelas, premissas.

Em quarto lugar, como já mencionei, na justificação de que os brincos de Griselda são de esmeralda há vários argumentos envolvidos; aquele que vimos poucas linhas atrás foi apenas o primeiro.

Sua conclusão vai ser usada como premissa para justificar uma nova conclusão, e assim por diante até a conclusão final. Para dar mais um exemplo, um segundo argumento contido no trecho acima é o seguinte:

P_1 Se tanto Genoveva quanto Griselda tivessem brincos de rubi, Guilhermina saberia que os seus são de esmeralda.

P_2 Guilhermina não soube dizer qual o tipo de pedra em seus brincos.

▶ Ou Genoveva e Griselda tinham ambas brincos de esmeralda, ou uma tinha brincos de rubi, e a outra, de esmeralda.

A primeira premissa desse argumento é a conclusão do argumento anterior, enquanto a segunda, mais uma vez, consiste de informação contida no problema. A propósito, ser premissa ou conclusão não é algo absoluto: uma sentença pode ser conclusão em um argumento, e premissa em outro — como P_1 no caso anterior.

Em último lugar, ainda que os argumentos tenham sido definidos como conjuntos de sentenças, essa definição deixa mesmo assim um pouco a desejar, pois, na verdade, existem vários tipos de sentença, e nem todos eles, de acordo com a opinião mais em voga, são admissíveis como parte de um argumento. Além do mais, muitos autores são da opinião de que um argumento envolve outras coisas que não sentenças, coisas como *proposições*, ou como *enunciados*. Assim, para que nossa definição de argumento seja realmente uma boa definição, faz-se necessário conversar um pouco mais detalhadamente sobre isto — e é o que vamos fazer na seção a seguir.

1.4 Sentenças, proposições, enunciados

Para não complicar muito as coisas, vou começar supondo que você tenha uma boa idéia do que sejam as palavras da língua portuguesa. (Entre outras, aquelas que estão listadas no *Aurélio*, por exemplo.) Ora, as palavras podem ser combinadas para formar diversas expressões lingüísticas, incluindo as sentenças — que, por sua vez, podem formar argumentos, poemas e declarações de amor. Assim, vamos dizer inicialmente que uma sentença (do português) é uma *seqüência*

de palavras do português que contenha ao menos um verbo flexionado (e alguns sinais de pontuação, no português escrito), como, por exemplo:

O gato está no capacho. (1)

Toda vez que faz sol, eu vou à praia. (2)

('The cat is on the mat', obviamente, é uma sentença do inglês.)

É claro que nem toda seqüência de palavras do português (escrito) constitui uma sentença, como você facilmente pode constatar:

*Os gato tá nos capacho. (3)

*gato capacho casa que que está é se no. (4)

Nenhuma das seqüências de palavras acima é uma sentença da norma culta do português (o que os lingüistas costumam indicar marcando-as com um asterisco): elas vão claramente contra as regras da *gramática* da língua portuguesa. Por exemplo, em (3) a segunda palavra (de acordo com a norma culta) deveria ser 'gatos' em vez de 'gato', uma vez que o artigo definido que precede essa palavra está no plural (e, similarmente, com relação a 'capacho'). Essa sentença, ainda que não gramatical no caso da norma culta do português, é gramatical em algumas variantes do português — o que já não é o caso de (4).

Dessa maneira, o que determina quais seqüências de palavras de uma língua constituem sentenças dessa língua é sua gramática. Uma gramática, a propósito, nada mais é do que um conjunto de regras que dizem de que forma se podem combinar as palavras. (Essas regras, claro, podem mudar — e mudam — com o tempo, mas isso é uma outra história.)

As sentenças podem ser classificadas em diversos tipos, mas vamos ver agora por que nem todos eles vão poder fazer parte de argumentos. Como num argumento estamos pretendendo afirmar a conclusão com base nas premissas, tanto premissas quanto conclusão devem ser coisas que podem ser afirmadas ou negadas: ou seja, coisas que podem ser consideradas *verdadeiras* ou *falsas*. Em vista disso, sentenças como

Que horas são?
Feche a porta!

normalmente não são admitidas em argumentos. A primeira é uma pergunta — uma sentença *interrogativa* — enquanto a segunda é uma ordem — uma sentença *imperativa*. Nem uma, nem outra, pode ser afirmada ou negada, ou considerada verdadeira ou falsa. As perguntas podem ser interessantes, inoportunas, descabidas, e assim por diante, mas fica esquisito dizer que uma pergunta é verdadeira, ou que é falsa. A mesma coisa acontece com respeito a ordens e pedidos. Assim, as sentenças que nos interessam na lógica são as *sentenças declarativas*, aquelas que podemos afirmar ou negar, como (1) e (2) acima. Isto exclui as sentenças interrogativas, imperativas, exclamativas, e assim por diante.[1]

Contudo, será que as sentenças declarativas realmente correspondem ao que desejamos, isto é, são coisas que podem ser ou verdadeiras ou falsas? Ainda que muitos autores afirmem que sim, um bom número tem uma opinião contrária. Acontece que as sentenças (inclusive as declarativas) podem ser usadas para expressar muitas coisas diferentes — e parece que são estas outras coisas que costumamos achar verdadeiras ou falsas. Vamos ver um exemplo: é impossível dizer se a sentença

Está chovendo, (5)

tomada fora de qualquer contexto, é verdadeira ou falsa. Ela pode estar sendo usada para afirmar que está chovendo no centro de Florianópolis, às 21 horas do dia 8 de julho de 1998 — o que é verdade — ou para afirmar que está chovendo no lado escuro da Lua, no mesmo dia e hora — o que não é. E para piorar as coisas, supor que são as sentenças que são verdadeiras ou falsas pode implicar uma sentença sendo verdadeira e falsa numa mesma situação. Imagine, por exemplo, que Ollie Hardy e Stan Laurel (mais conhecidos no Brasil como o Gordo e o Magro) estejam juntos numa mesma sala, e afirmem, simultaneamente, a sentença

Eu sou gordo. (6)

---

[1]Isto, contudo, começou a mudar nos últimos anos, pois há vários lógicos trabalhando na construção de lógicas imperativas e lógicas erotéticas (de perguntas), mas não vamos nos ocupar disto neste livro, que é de caráter introdutório.

Afirmada por Hardy, esta sentença é verdadeira, e falsa se afirmada por Laurel. Somos então obrigados a concluir que a sentença é verdadeira *e* falsa ao mesmo tempo? Este é um resultado que parece não ser muito desejável, mas que pode ser evitado se considerarmos que são outras as coisas que podem ser verdadeiras ou falsas, e que compõem argumentos. Candidatos tradicionais são *proposições* e *enunciados*.

Vamos tentar esclarecer o que estas coisas são, considerando alguns exemplos a mais (onde Miau é obviamente um gato):

Miau rasgou a cortina. (7)

A cortina foi rasgada por Miau. (8)

É fácil verificar que temos aqui duas sentenças distintas: (7) começa com a palavra 'Miau', e (8), com a palavra 'A'; logo, se sentenças são seqüências de palavras, (8) é diferente de (7), uma vez que as seqüências são diferentes. Contudo, apesar de serem diferentes, (7) e (8) têm alguma coisa em comum: elas podem ser usadas para expressar uma mesma *proposição* (ou seja, que Miau rasgou a cortina). Mas o que é, afinal, uma proposição?

Aqui a coisa se complica um pouco, pois há grande discordância sobre o que, exatamente, é uma proposição. É costumeiro identificar uma proposição com o significado de uma sentença declarativa. Isto, entretanto, não resolveria o problema mencionado acima com respeito a Laurel e Hardy. Afinal, a sentença (6) tem um único significado, ainda que afirmada por diferentes pessoas.

Fora isso, as proposições têm sido ainda identificadas com conjuntos de mundos possíveis, pensamentos, conjuntos de sentenças sinônimas, estados de coisas, representações mentais, e até mesmo com as próprias sentenças declarativas. Por outro lado, muitos autores estão convencidos de que proposições não existem. Afinal, você não consegue enxergar uma proposição, nem agarrar uma: proposições não ocupam lugar no espaço, não são afetadas pela gravidade, nem refletem a luz. Na melhor das hipóteses, dizem eles, as proposições são complicações desnecessárias, e pode-se muito bem trabalhar apenas com sentenças.

O que proponho fazer aqui é o seguinte: vamos reservar o termo 'sentença' para falar das seqüências gramaticais de palavras, e

'proposição' para aquelas coisas que podem ser verdadeiras ou falsas, aquelas coisas que podemos saber, afirmar, rejeitar, de que podemos duvidar, em que podemos acreditar etc.[2] Assim, vamos caracterizar as proposições como espécies de alegações ou asserções sobre o mundo: por exemplo, quando Hardy afirma a sentença (6) acima, ele está com isto fazendo uma asserção a seu respeito, Hardy, que é diferente da asserção feita por Laurel através da mesma sentença. Dito de outro modo, Hardy usa (6) para expressar a *proposição verdadeira* de que Ollie Hardy é gordo, enquanto o uso por Laurel de (6) expressa a *proposição falsa* de que Stan Laurel é gordo.

Quanto aos *enunciados*, também há divergências sobre como defini-los. Alguns autores chamam de enunciado o que estou aqui chamando de proposição. Vamos aqui caracterizar os enunciados como espécies de evento que pode ser datado, envolvendo a afirmação por alguém, em alguma situação, de alguma proposição (o que é feito pelo uso de uma sentença declarativa). (Cf. Barwise & Etchemendy, 1987, p.10.) Para diferenciar enunciados de proposições, observe que, às vezes, os enunciados deixam de expressar uma proposição. Por exemplo, se eu afirmar, apontando para uma mesa vazia

Aquela garrafa de cerveja está quebrada. (9)

embora eu afirme uma sentença e, portanto, profira um enunciado, eu falho em expressar uma proposição, porque não há nenhuma garrafa de cerveja lá.

Antes de continuarmos, porém, volto a lembrar que proposições e enunciados são definidos de diversas outras maneiras por outros autores.

Quanto aos argumentos, deveríamos, então, redefini-los como conjuntos não-vazios e finitos de *proposições*, pois, afinal, são as proposições que podem ser verdadeiras ou falsas. Contudo, a lógica clássica, que é o nosso objeto de estudo neste livro, tem tradicionalmente trabalhado com sentenças. Isto é algo que pode ser feito, se tivermos

[2]Estou aqui seguindo a distinção entre sentenças, proposições e enunciados usualmente feita na semântica de situações (cf., por exemplo, Barwise & Etchemendy, 1987, p.9). A propósito, a referência bibliográfica completa das obras aqui mencionadas você encontra na Bibliografia, no final do livro.

em mente que, de um modo geral, um argumento é apresentado em um certo contexto, mais ou menos bem definido, no qual se pode dizer que uma sentença expressa uma única proposição. Se o contexto está claro, podemos tomar uma sentença tal como 'Está chovendo' como uma abreviatura de 'Está chovendo no centro de Florianópolis às 21 horas do dia 8 de julho de 1998'. No exemplo envolvendo Laurel e Hardy, podemos trocar a sentença 'Eu sou gordo' por 'Ollie Hardy é gordo', ou por 'Stan Laurel é gordo', dependendo do caso.

Em vista disso, e considerando ainda que este é um livro introdutório, vamos fazer a seguinte simplificação: consideraremos que o contexto estará, de um modo geral, claro, e que uma sentença estará, também de um modo geral, expressando apenas uma proposição.[3] Esta simplificação torna as coisas mais fáceis para um livro introdutório, pois não precisamos, então, fazer uma teoria de proposições, dizendo exatamente o que elas são, e como as sentenças se relacionam com elas. Podemos, portanto, trabalhar diretamente com as sentenças. Assim, vamos falar de argumentos, indiferentemente, como conjuntos de sentenças ou proposições.

---

[3]Além dos problemas acima mencionados, é bom lembrar também que há sentenças que são semanticamente ambíguas — por exemplo, 'Todo homem ama uma mulher'. Podemos estar falando de uma mulher só, amada por todos (Claudia Schiffer?), ou de mulheres diferentes — cada um dos vários homens amando uma mulher diferente. Já outras sentenças são sintaticamente ambíguas, como 'João viu a moça com um binóculo' — ele pode ter visto com um binóculo, ou talvez a moça tivesse um.

CAPÍTULO 2

LÓGICA E ARGUMENTOS

Neste capítulo vamos examinar com um pouco mais de detalhes os argumentos e tratar um pouco do interesse que a lógica tem neles. Falaremos da validade e da correção de argumentos, sobre argumentos dedutivos e indutivos e, finalmente, faremos uma breve digressão pela história da lógica.

2.1 Validade e forma

Na definição de lógica que apresentei ao iniciar o capítulo anterior, afirmei que a lógica investiga princípios e métodos de inferência. Como você se lembra, o processo de inferência, ou raciocínio, é um processo mental; contudo, não estamos interessados, enquanto lógicos, no processo psicológico de raciocínio, mas sim em algo que resulta desse processo quando se faz uma listagem das razões para que se acredite em uma certa conclusão: os argumentos. De certa maneira, você pode dizer que o raciocínio é um processo de construir argumentos para aceitar ou rejeitar uma certa proposição. Assim, na tentativa de determinar se o raciocínio realizado foi correto, uma das coisas das quais a lógica se ocupa é a *análise dos argumentos* que são construídos. Ou seja, cabe à lógica dizer se estamos diante de um "bom" argumento ou não. Ao tentar responder a essa questão, contudo, há dois aspectos distintos que temos de levar em conta. Vamos

começar examinando o argumento no seguinte exemplo (e vamos também supor que Miau seja um gato preto):

(A1) P_1 Todo gato é mamífero.
P_2 Miau é um gato.
▶ Miau é mamífero.

Não deve haver muita dúvida de que a conclusão, 'Miau é um mamífero', está adequadamente justificada pelas premissas: sendo Miau um gato, a afirmação de que *todo gato* é um mamífero também o inclui; assim, ele não tem como não ser um mamífero. Mas compare esse argumento com o exemplo a seguir (Lulu, digamos, é aquela peste do cachorro do vizinho):

(A2) P_1 Todo gato é mamífero.
P_2 Lulu é um mamífero.
▶ Lulu é gato.

É óbvio que há alguma coisa errada com esse argumento: apesar de as premissas serem verdadeiras, a conclusão é falsa. Lulu é de fato um mamífero, mas ele é um cachorro. Como você sabe, existem muitos outros mamíferos além de gatos; ou seja, ser um mamífero não basta para caracterizar um animal como gato. Assim, as duas premissas de (A2), mesmo sendo verdadeiras, não são suficientes para justificar a conclusão.

Considere agora o próximo exemplo (em que Cleo é um peixinho dourado): você diria que a conclusão está justificada?

(A3) P_1 Todo peixe é dourado.
P_2 Cleo é um peixe.
▶ Cleo é dourado.

Note, antes de mais nada, que é verdade que Cleo é dourado (conforme a suposição que fizemos acima). Ou seja, podemos dizer que a conclusão é verdadeira. Mas não seria correto dizer que a conclusão está justificada *com base* nas premissas apresentadas, pois *não é verdade que todo peixe é dourado*: alguns são de outras cores. Para colocar isso em outros termos, uma proposição *falsa* não é uma boa justificativa para uma outra proposição. Contudo — e este é agora

um detalhe importante — *se fosse verdade* que todo peixe é dourado, *então* Cleo teria forçosamente que ser dourado. Se as premissas *fossem* verdadeiras, isto já seria uma boa justificativa para a conclusão. Note a diferença com relação ao argumento a respeito de Lulu, em que, mesmo sendo as premissas verdadeiras, a conclusão é falsa.

Agora, se você comparar (A1) e (A3), vai notar que eles são bastante parecidos. Veja:

$$\begin{array}{ll} P_1 & \text{Todo} \begin{bmatrix}\text{gato}\\ \text{peixe}\end{bmatrix} \text{é} \begin{bmatrix}\text{mamífero}\\ \text{dourado}\end{bmatrix}. \\ P_2 & \begin{bmatrix}\text{Miau}\\ \text{Cleo}\end{bmatrix} \text{é um} \begin{bmatrix}\text{gato}\\ \text{peixe}\end{bmatrix}. \\ \blacktriangleright & \begin{bmatrix}\text{Miau}\\ \text{Cleo}\end{bmatrix} \text{é} \begin{bmatrix}\text{mamífero}\\ \text{dourado}\end{bmatrix}. \end{array}$$

Não é difícil perceber que a diferença entre (A3) e (A1) é que substituímos 'Miau' por 'Cleo', 'gato' por 'peixe' e 'mamífero' por 'dourado'. O que (A1) e (A3) têm em comum é a *estrutura*, ou *forma*, apresentada a seguir:

(F1) P_1 Todo *A* é *B*.
P_2 *c* é um *A*.
▶ *c* é *B*.

Em (F1), a letra '*c*' está ocupando o lugar reservado para nomes de indivíduos, como 'Miau' e 'Cleo', enquanto '*A*' e '*B*' ocupam o lugar de palavras como 'gato', 'peixe' etc. Assim, se você substituir '*A*' e '*B*' por outros termos, como 'ave', 'cachorro', 'preto', 'detetive' etc., e '*c*' por algum nome, como 'Tweety', 'Lulu', 'Sherlock Holmes', você terá um argumento com a mesma forma que (A1) e (A3). Por exemplo, substituindo '*A*', '*B*' e '*c*' pelas palavras 'marciano', 'cor-de-rosa' e 'Rrringlath', respectivamente, teremos:

(A4) P_1 Todo marciano é cor-de-rosa.
P_2 Rrringlath é um marciano.
▶ Rrringlath é cor-de-rosa.

Com relação a (A4), obviamente as premissas e a conclusão são falsas (não existem marcianos, tanto quanto se saiba, e, logo, não existem marcianos cor-de-rosa). Contudo, da mesma maneira que

(A3), se as premissas *fossem* verdadeiras, a conclusão também o seria. Podemos então dizer, a respeito dos exemplos (A1), (A3) e (A4), que sua conclusão é *conseqüência lógica* de suas premissas, ou seja, que tais exemplos são argumentos *válidos*.

Um argumento válido pode ser informalmente definido como aquele cuja conclusão é conseqüência lógica de suas premissas, ou seja, se *todas as circunstâncias que tornam as premissas verdadeiras tornam igualmente a conclusão verdadeira*. Dito de outra maneira, *se as premissas forem verdadeiras, não é possível que a conclusão seja falsa*. Vamos juntar isso tudo e oficializar as coisas na definição a seguir:

Definição 2.1 *Um argumento é válido se qualquer circunstância que torna suas premissas verdadeiras faz com que sua conclusão seja automaticamente verdadeira.*

Se um argumento é válido, dizemos que sua conclusão é *conseqüência lógica* de suas premissas. Essa é a noção informal que temos de validade e conseqüência lógica, e é o ponto de partida para tudo o que vem depois. Note, antes de mais nada, que um argumento pode ser válido mesmo que suas premissas e conclusão sejam falsas, como (A4), ou que uma premissa seja falsa e a conclusão verdadeira, como (A3). O que não pode absolutamente ocorrer, para um argumento ser válido, é que ele tenha premissas verdadeiras e conclusão falsa. Isso acontece, por exemplo, com (A2). Neste caso, dizemos que a conclusão de (A2) *não é* conseqüência lógica de suas premissas, que (A2) *não é válido*. Ou seja, (A2) é um argumento *inválido*.

Vamos agora parar e pensar um pouco: se (A1), (A3) e (A4) são válidos, e o que eles têm em comum é a forma (F1), será que a validade não depende da *forma*? Exatamente. E, para corroborar isso, note que o argumento (A2), considerado por nós inválido, tem uma forma diferente, a saber:

(F2) P_1 Todo *A* é *B*.
P_2 *c* é um *B*.
▶ *c* é *A*.

A diferença dessa forma para (F1) é que as letras '*A*' e '*B*', que ocorriam, respectivamente, na segunda premissa e na conclusão, trocaram de lugar. Essa pequena alteração na forma já é suficiente para

que (A2) seja inválido. Além disso, qualquer outro argumento que tenha a forma (F2) será inválido também. Considere o argumento seguinte:

(A5) P_1 Todo gato é mamífero.
P_2 Miau é um mamífero.
▶ Miau é gato.

Ainda que tanto as premissas quanto a conclusão de (A5) sejam verdadeiras, o fato é que é possível que as premissas sejam verdadeiras e a conclusão, falsa. Basta imaginar, digamos, que Miau não seja um gato, mas um elefante: continuaria sendo verdade que os gatos são mamíferos, e que Miau é um mamífero. Porém, seria falso que Miau é um gato.

Talvez uma outra maneira de colocar as coisas ajude você a entender essa idéia de forma. Vamos representar a primeira premissa de (A1), que diz que todo gato é mamífero, da seguinte maneira:

$$\text{gato} \longrightarrow \text{mamífero},$$

e a segunda premissa, que diz que Miau é um gato, assim:

$$\text{Miau} \longrightarrow \text{gato}.$$

Juntando isto, ficamos com

$$\text{Miau} \longrightarrow \text{gato} \longrightarrow \text{mamífero}. \qquad (1)$$

Como você vê, o esquema acima representa as duas premissas de (A1). É fácil ver agora que a conclusão, que diz que Miau é mamífero, é uma conseqüência lógica dessas premissas. Basta iniciar com 'Miau' e ir seguindo as setas para ver que chegamos até 'mamífero'. Por outro lado, se representarmos (A2) de modo análogo, teremos:

$$\text{Lulu} \longrightarrow \text{mamífero} \longleftarrow \text{gato}. \qquad (2)$$

Note que agora não conseguimos atingir a conclusão, de que Lulu é um gato, como fizemos anteriormente. Se começarmos com 'Lulu' e formos seguindo as setas, não chegaremos até 'gato'; não conseguimos

ir além de 'mamífero'. Ou seja, não podemos concluir que Lulu é um gato a partir das premissas de (A2). Portanto, (A2) é inválido.

Se você agora comparar (1) e (2), vai ver que são estruturas diferentes — formas diferentes. Assim, a validade de um argumento está ligada à forma que ele tem. Entretanto, a questão de como caracterizar a forma de um argumento não é muito fácil de responder, e não vamos tratar disso agora, mas voltaremos a falar dela em capítulos posteriores.

2.2 Validade e correção

Na seção anterior, vimos que os argumentos da forma (F1) — no caso, (A1), (A3) e (A4) — são todos válidos. No entanto, embora todos eles sejam argumentos válidos, apenas (A1) realmente *justifica* sua conclusão, pela razão adicional de ter premissas verdadeiras. A um argumento válido que, adicionalmente, tem premissas (e, conseqüentemente, a conclusão) verdadeiras, chamamos de *correto*. Ou seja:

Definição 2.2 *Um argumento é correto se for válido e, além disso, tiver premissas verdadeiras.*

Isso nos leva aos dois aspectos a distinguir na análise de um argumento — na verdade, duas questões que devem ser respondidas quando se faz tal análise. A primeira delas é:

[1] Todas as premissas do argumento são verdadeiras?

No caso (A3) isso não acontece; logo, esse argumento não justifica sua conclusão. Embora do ponto de vista lógico ele seja *válido*, ele não é *correto*. Contudo, simplesmente o fato de ter as premissas verdadeiras não é suficiente para que um argumento justifique sua conclusão, como vimos no exemplo (A2): a conclusão de que Lulu é um gato é falsa, pois ele é um cachorro. Ou seja, em (A2) há alguma coisa faltando, e isso tem a ver com a segunda pergunta, que podemos formular da seguinte maneira:

[2] Se todas as premissas do argumento forem verdadeiras, a conclusão também será obrigatoriamente verdadeira? Isto é, o argumento é válido?

Essa pergunta pode ser respondida de modo afirmativo para os argumentos (A1), (A3) e (A4). Em (A3), por exemplo, uma das premissas é, de fato, falsa, mas, como eu já disse, se todas elas *fossem* verdadeiras, então a conclusão estaria justificada. Com relação a (A4), como vimos, todas as proposições provavelmente são falsas (ao que tudo indica, não existem marcianos e, mesmo que existam, provavelmente nenhum se chama 'Rrringlath', nem é cor-de-rosa).

Uma terceira pergunta, que decorre das duas anteriores, é se o argumento é correto ou não. Ele só será correto, claro, se as duas primeiras perguntas forem respondidas afirmativamente.

Para que você melhor possa comparar os argumentos que vimos acima, o quadro a seguir apresenta as três perguntas e de que forma elas são respondidas para cada um deles.

	(A1)	(A2)	(A3)	(A4)	(A5)
Todas as premissas do argumento são verdadeiras?	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM
O argumento é válido?	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
O argumento é correto?	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Com relação, agora, ao papel da lógica na análise dos argumentos, ela se ocupa apenas da segunda questão, a da validade. É óbvio que, no dia-a-dia, se quisermos empregar argumentos que realmente justifiquem sua conclusão — argumentos corretos —, a questão da verdade das premissas também é da maior importância. Mas determinar, para cada argumento, se suas premissas são verdadeiras ou não, não é uma questão de lógica. Caso contrário, a lógica teria de ser a totalidade do conhecimento humano, pois as premissas de nossos argumentos podem envolver os mais variados assuntos: zoologia, matemática, química industrial, a psicologia feminina, o que cozinhar para o almoço, e assim por diante. Mas a lógica não pretende ser a ciência de tudo. Além do mais, muitas vezes fazemos inferências, e

procuramos obter conclusões, a partir de premissas que sabemos serem falsas. Como mencionei algumas páginas atrás, freqüentemente raciocinamos a partir de hipóteses: o que aconteceria se eu fizesse isso ou aquilo? Mesmo sabendo que o ponto de partida é falso, podemos tirar conclusões sobre o que poderia acontecer, e basear nossas ações nisso.

Para colocar isso de outro modo, a lógica não se interessa por argumentos específicos como (A1) ou (A3): o que se procura estudar são as *formas* de argumento, como (F1) e (F2); são essas formas que serão válidas ou não. Costuma-se dizer, a propósito, que a lógica não se ocupa de conteúdos, mas apenas da forma — e eis a razão pela qual ela é chamada de *lógica formal*.

Assim, não deve ser motivo de surpresa que a lógica deixe de lado a primeira das questões, ou seja, a de se premissas de um argumento são, de fato, verdadeiras ou falsas. O que interessa é: supondo que elas *fossem* verdadeiras, a conclusão teria obrigatoriamente de sê-lo? É essa relação de dependência entre premissas e conclusão que a lógica procura caracterizar.

Recorde, porém, que a caracterização de validade apresentada anteriormente é informal. Como veremos mais tarde, a lógica procura tornar isso mais preciso.

2.3 Dedução e indução

Além de considerar que argumentos são válidos ou inválidos, tradicionalmente tem sido também feita uma distinção entre argumentos *dedutivos* e *indutivos*. É costume diferenciá-los dizendo-se que os argumentos dedutivos são *não-ampliativos*, isto é, num argumento dedutivo, tudo o que está dito na conclusão já foi dito, ainda que implicitamente, nas premissas. Argumentos indutivos, por outro lado, seriam *ampliativos*, ou seja, a conclusão diz mais, vai além, do que o afirmado nas premissas.

Esta maneira de colocar as coisas, porém, é um tanto insatisfatória, pois não fica claro quando é que a conclusão diz só o afirmado nas premissas e quando diz mais do que isso. Uma saída seria dizer que a conclusão diz tudo o que está dito nas premissas se ela for con-

seqüência lógica das premissas — e então estaríamos identificando argumento dedutivo e argumento válido, o que fazem muitos autores. Num sentido *estrito*, portanto, podemos começar dizendo que um argumento é dedutivo se e somente se ele for válido. Contudo, há um sentido mais *amplo* em que um argumento, ainda que inválido, pode ser chamado de dedutivo: quando há a intenção, por parte de quem constrói ou apresenta o argumento, de que sua conclusão seja conseqüência lógica das premissas, ou seja, a pretensão de que a verdade de suas premissas garanta a verdade da conclusão.

Os argumentos (A1)–(A5) apresentados acima podem ser todos chamados de dedutivos, no sentido mais amplo do termo. No sentido estrito — isto é, argumento dedutivo e válido são a mesma coisa — apenas (A1), (A3) e (A4) poderiam ser ditos dedutivos, uma vez que são válidos, enquanto (A2) e (A5), sendo inválidos, não poderiam ser considerados dedutivos.

Porém, independentemente de usarmos o termo 'dedutivo' num sentido estrito ou amplo, nem todos os argumentos que usamos são dedutivos, ou seja, nem sempre pretendemos que a conclusão do argumento seja uma conseqüência lógica das premissas. Muitas vezes raciocinamos por analogia, ou usando probabilidades — conforme os exemplos abaixo, onde se pretende apenas que a conclusão seja altamente provável, dado que as premissas são verdadeiras:

(A6) P 80% dos entrevistados vão votar no candidato X.
▶ 80% de todos os eleitores vão votar em X.

ou então:

(A7) P_1 Esta vacina funcionou bem em macacos.
P_2 Esta vacina funcionou bem em porcos.
▶ Esta vacina vai funcionar bem em seres humanos.

Os argumentos correspondentes a esses tipos de raciocínio são chamados de *indutivos*. Repetindo, não há a pretensão de que a conclusão seja verdadeira caso as premissas o forem — apenas que ela é *provavelmente verdadeira*.

Como veremos em grande parte do que se segue, a lógica contemporânea é dedutiva. Afinal, estamos interessados, ao partir de proposições que sabemos ou supomos verdadeiras, em atingir conclusões

das quais tenhamos uma garantia de que também sejam verdadeiras. Nesse sentido, o ideal a ser alcançado é uma linha de argumentação dedutiva, em que a conclusão não pode ser falsa, caso tenhamos partido de premissas verdadeiras.

Porém, na vida real muitas vezes não temos esse tipo de garantia, e temos de fazer o melhor possível com o que dispomos. É aqui que se abre espaço para argumentos como os indutivos. Mas, ao contrário da lógica dedutiva — que, afinal, é o objeto deste livro —, a lógica indutiva não foi igualmente tão desenvolvida. Muitas propostas foram e têm sido feitas (poderíamos mencionar a lógica indutiva de Rudolf Carnap, por exemplo), mas tem sido muito difícil conseguir caracterizar de modo preciso o que seja um argumento indutivamente forte. Quando você diz, por exemplo, que, sendo as premissas verdadeiras, a conclusão é provavelmente verdadeira, qual o grau de probabilidade necessário para que o argumento indutivo seja considerado forte? Certamente uma probabilidade de 95% é alta, enquanto uma probabilidade de, digamos, 10% é baixa. Onde, porém, colocar o limite?

Questões como essa sempre dificultaram o desenvolvimento de uma lógica indutiva num grau de sofisticação semelhante ao da lógica dedutiva. A última década, contudo, viu ressurgir um interesse muito grande em esquemas de inferência não dedutivos, em razão de aplicações em inteligência artificial. Voltaremos a falar nisso, ainda que de modo breve, no final deste livro, mas, por enquanto, vamos começar estudando a lógica dedutiva.

2.4 A lógica e o processo de inferência

Visto que falamos bastante, até agora, da análise de argumentos, e que eu disse que a lógica não quer saber exatamente como as pessoas raciocinam, você pode estar com a impressão de que a análise de argumentos é a única coisa pela qual os lógicos se interessam. Ou seja, de que a lógica não é de auxílio algum quando se raciocina, mas só entra em campo mais tarde, para examinar um argumento e dizer se ele é válido ou não. Você pode até mesmo estar imaginando que a lógica se ocupa apenas das relações entre o ponto de partida (a informação disponível, as premissas) e o ponto de chegada (a conclusão

atingida), não importando como o caminho foi percorrido. Mas isso não é verdade. Lembre que procuramos caracterizar a lógica como o estudo de princípios e métodos de inferência, e isso é mais do que a simples análise de argumentos.

Com certeza, o objeto central de estudo da lógica é a relação de conseqüência entre um conjunto de proposições e uma outra proposição. Essas proposições, claro, não precisam estar necessariamente expressas por sentenças de alguma língua como o português: podemos usar, em vez disso, fórmulas de alguma linguagem artificial, como temos na matemática. Mas esse estudo pela lógica de uma relação de conseqüência não se resume apenas em dizer se de fato alguma conclusão é conseqüência de certas premissas ou não, mas inclui também o estudo de técnicas que auxiliam a produzir uma conclusão a partir da informação disponível. O desenvolvimento da lógica teve como um de seus resultados a identificação de muitas e muitas regras para a produção de bons argumentos, regras que nada mais são do que formas mais simples de argumento válido, como (F1) acima. Sabendo que (F1) é uma forma válida de argumento, e dispondo da informação de que

(i) Todo filósofo de mesa de bar é desmiolado, e

(ii) Setembrino é um filósofo de mesa de bar,

você pode exclamar 'Aha!', e tirar a conclusão de que o pobre Setembrino é desmiolado. Ao fazer isso, você aplicou a forma válida (F1) à informação de que você dispõe, tirando uma conclusão. Em geral, temos à disposição um conjunto de formas válidas simples, ou, para usar a nomenclatura correta, *regras de inferência*, por meio das quais podemos ir manipulando os dados disponíveis e ir derivando conclusões.

Um outro objetivo da lógica, então, seria o de estudar regras de inferência e seu emprego. Hoje em dia, dada a disponibilidade de computadores, há inclusive diversas tentativas bem-sucedidas de *automatizar* o processo de inferência. Isso significa, por exemplo, que você pode ter, armazenadas em algum banco de dados, as informações sobre os brincos e princesas, digitar a pergunta e obter automaticamente a resposta de que os brincos de Griselda são de esmeralda.

Um programa de computador se encarrega de "raciocinar" em seu lugar.

Não vou entrar em mais detalhes neste momento a respeito disso, pois precisamos ver muita coisa primeiro, mas voltaremos a falar no assunto. Enquanto isso, você já deve ter tido, espero, uma primeira idéia do que seja a lógica e de que ela se ocupa — uma idéia que você pode ir aperfeiçoando com o tempo.

2.5 Um pouco de história

Para encerrar este capítulo, vamos dar uma olhada muito rápida na história da lógica e ver um pouco do que andou acontecendo desde o início.

A lógica como disciplina intelectual foi criada no século IV a. C. por um filósofo grego chamado Aristóteles (384–322 a. C.), do qual certamente você já ouviu falar. É claro que já antes de Aristóteles havia uma certa preocupação com a questão da validade dos argumentos — por exemplo, por parte dos sofistas e de Platão. Mas estes pensadores, embora se tenham ocupado um pouco de tais questões, de fato nunca desenvolveram uma teoria lógica — nunca procuraram fazer um estudo sistemático dos tipos de argumento válido, ao contrário de Aristóteles, que, assim, fundou a lógica praticamente a partir do nada.

As contribuições que Aristóteles deu para a lógica foram muitas, e teremos ocasião de falar de algumas delas mais tarde. Por enquanto, gostaria apenas de mencionar sua *teoria do silogismo*, que constitui o cerne da lógica aristotélica. Silogismo é um tipo muito particular de argumento, tendo sempre duas premissas e, claro, uma conclusão. Além disso, apenas um tipo especial de proposição, as proposições *categóricas*, pode fazer parte de um silogismo. Estas são proposições como 'Todo gato é preto' ou 'Algum unicórnio não é cor-de-rosa': temos primeiro um quantificador, como 'todo', 'nenhum', 'algum', seguido de um termo ('gato', 'unicórnio'), uma cópula ('é', 'não é'), e outro termo. Os argumentos (A1)–(A5) apresentados anteriormente, por exemplo, são todos silogismos.

O que Aristóteles procurou fazer foi caracterizar as formas de si-

logismo e determinar quais delas são válidas, e quais não, o que ele conseguiu com bastante sucesso. Como um primeiro passo no desenvolvimento da lógica, a teoria do silogismo foi extremamente importante. Contudo, restringir os argumentos utilizáveis a silogismos deixa muito a desejar: existem apenas 19 formas válidas de silogismo. (Aristóteles falava em 14, pois considerava de mesma forma alguns silogismos que, mais tarde, foram classificados como tendo uma forma diferente.)

A teoria do silogismo é, assim, bastante limitada; por razões históricas, contudo, a lógica de Aristóteles foi considerada *a* lógica até bem pouco tempo atrás. Não que outros gregos não se tivessem ocupado de lógica. Houve outros, especialmente os megáricos e, mais ainda, os estóicos, como Crísipo (cerca de 280–205 a. C.), que desenvolveram uma teoria lógica diferente da de Aristóteles, e certamente tão interessante quanto a dele. (Essa teoria forma a base do que hoje em dia se denomina *lógica proposicional*, da qual ainda vamos falar.) Na Grécia antiga, no entanto, essas teorias foram encaradas como rivais, embora na verdade elas se complementem. Poderiam ter sido reunidas numa só teoria, mas havia uma certa inimizade entre aristotélicos e estóicos, e isso acabou não acontecendo. E, como as obras dos estóicos não resistiram ao tempo, o que ficou conhecido na Idade Média, e daí por diante, como 'lógica' foram apenas os escritos de Aristóteles — e os melhoramentos introduzidos pelos lógicos depois dele, particularmente pelos medievais. Isso levou o filósofo alemão Immanuel Kant (1724–1804) a afirmar, no prefácio de sua *Crítica da razão pura*, que a lógica tinha sido inventada pronta por Aristóteles, e nada mais havia a fazer.

Um caso célebre de previsão errada. Não muito depois dessa infeliz afirmação de Kant, a partir da metade do século XIX, a coisa começou a mudar, e o marco inicial foi a publicação, em 1849, de *Investigação sobre as leis do pensamento*, de George Boole (1815–1864). Esse livro deu início à "simbolização", ou "matematização" da lógica, que consistiu em fazer, numa linguagem simbólica, artificial, o que Aristóteles havia começado em grego. Boole, na verdade, apresentou um *cálculo* lógico (hoje bastante conhecido também como *álgebra booleana*) contendo um número infinito de formas válidas de argumento.

O grande avanço para a lógica contemporânea, no entanto, veio com a obra do filósofo e matemático alemão Gottlob Frege (1848–1925), mais precisamente, em 1879, com a publicação da *Conceitografia*.

Ao contrário de Aristóteles, e mesmo de Boole, que procuravam identificar as formas válidas de argumento, a preocupação básica de Frege era a sistematização do raciocínio matemático, ou, dito de outra maneira, encontrar uma caracterização precisa do que é uma *demonstração* matemática. Você sabe que, na matemática, para mostrar que uma proposição é verdadeira (um teorema) não se recorre à experiência ou à observação, como em várias outras ciências. Na matemática — para colocar as coisas de um modo simples —, a verdade de uma proposição é estabelecida por meio de uma demonstração dela, isto é, uma seqüência argumentativa (dedutiva) mostrando que ela se segue logicamente de outras proposições aceitas (ou já mostradas verdadeiras). Ora, Frege havia notado que os matemáticos da época freqüentemente cometiam erros em suas demonstrações, supondo assim que certos teoremas estavam demonstrados, quando na verdade não estavam. Para corrigir isso, Frege procurou formalizar as regras de demonstração, iniciando com regras elementares, bem simples, sobre cuja aplicação não houvesse dúvidas. O resultado, que revolucionou a lógica, foi a criação do *cálculo de predicados*, um cálculo lógico que é o objeto de estudo de boa parte deste livro.

O uso por Frege de linguagens artificiais, à maneira da matemática, fez com que a lógica contemporânea passasse a ser denominada 'simbólica' ou 'matemática', em contrapartida à 'lógica tradicional', expressão que passou a designar a lógica aristotélica — isto é, teoria do silogismo. Desde então, a lógica tem se desenvolvido aceleradamente, tanto que, hoje em dia, ela conta com dezenas de especialidades e subespecialidades. Considera-se inclusive a lógica não mais como uma parte da filosofia (tal como, digamos, ética ou metafísica), mas como uma ciência independente, como a matemática ou a lingüística.

Embora o objetivo inicial da lógica fosse a análise de argumentos, o uso de linguagens artificiais ampliou seu âmbito de atuação: as linguagens da lógica passaram a ter outros usos. Por exemplo, passamos a poder representar informação em geral por meio delas. Hoje em dia,

nota-se o grande papel da lógica em investigações científicas de ponta, como é o caso da Inteligência Artificial, particularmente nas áreas de representação de conhecimento e demonstração automática. Estima-se, até mesmo, que a lógica tem ou terá a mesma importância, para a Inteligência Artificial, que a matemática tem para a física teórica. E, para finalizar, note que podemos até utilizar a lógica como linguagem de programação — é o caso, por exemplo, de PROLOG, uma linguagem cujo nome significa, precisamente, PROgramação em LÓGica.